

**SPECIFICATION TECHNIQUE  
COMBINÉS DE MESURE 72,5 kV**

**N° ST T65-P65  
Edition Mai 2015**

## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>DOMAINE D'APPLICATION .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>NORMES DE REFERENCE .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>CARACTERISTIQUES GENERALES EN REGIME ASSIGNE .....</b>	<b>4</b>
3.1	Caractéristiques du réseau:.....	4
3.2	Caractéristiques des combinés de mesure.....	4
<b>4</b>	<b>CARACTERISTIQUES CONSTRUCTIVES.....</b>	<b>5</b>
4.1	Généralités.....	5
4.2	Caractéristiques des noyaux.....	5
4.2.1	CM pour travée départ et transfert .....	6
4.2.2	CM pour travée transformateur et couplage .....	7
4.3	Documents exigibles.....	7
<b>5</b>	<b>CONDITIONS DE SERVICE .....</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>MARQUAGE .....</b>	<b>8</b>
<b>7</b>	<b>ESSAIS .....</b>	<b>9</b>
7.1	Essais de qualification .....	9
7.2	Essais de réception.....	10
	<b>ANNEXE : Fiche des caractéristiques assignées</b>	

## **1 DOMAINE D'APPLICATION**

La présente Spécification Technique s'applique aux combinés de mesure TC-TT de tension 72,5 kV monophasés de type extérieur prévus pour être installés sur le réseau 60 kV de l'Office National d'Electricité et de l'Eau Potable - Branche Electricité de fréquence 50 Hz.

Elle définit les conditions auxquelles doivent satisfaire ces combinés de mesure TC-TT en ce qui concerne la conception, la fabrication, les caractéristiques nominales et les essais de qualification et de réception à réaliser dans le but d'établir leur conformité aux exigences demandées par l'Office National d'Electricité et de l'Eau Potable - Branche Electricité. et aux normes de référence.

## **2 NORMES DE REFERENCE**

Les combinés de mesure TC-TT doivent répondre aux dispositions de la présente Spécification Technique et à toutes les prescriptions, qui n'y sont pas contraires, prévues dans les normes de référence, à savoir :

- CEI 60 044-1 : Transformateurs de mesure - partie 1: Transformateurs de courant
- CEI 60 044-2 : Transformateurs de mesure - partie 2 transformateurs inductifs de tension.
- CEI 60 044-3 : Transformateurs de mesure - partie 3 : transformateurs combinés
- CEI 60044-4 : Mesure des décharges partielles
- CEI 60 0 44-6 : Transformateurs de mesure - partie 6: Prescriptions concernant les transformateurs de courant pour protections pour la réponse en régime transitoire
- CEI 60 071-1 : Coordination de l'isolement partie 1 : Définitions, principes et règles
- CEI 60168 : Essais des isolateurs support en céramique
- CEI 60 270 : Techniques des essais à haute tension - Mesure des décharges partielles.
- CEI 60 273 : Caractéristiques des supports isolants intérieur et extérieur destinés à des installations de tension nominale > 1000 V
- CEI 60 694 : Spécifications communes aux normes de l'appareillage à haute tension
- CEI 60 722 : Guide pour les essais au choc de foudre et au choc de manoeuvre des transformateurs de puissance et des bobines d'inductance
- CEI 60 815 : Guide pour le choix des isolateurs sous pollution
- CEI 60 529 : Degré de protection procurés par les enveloppes ( code IP).
- NF X 41 - 002 : Protection contre les agents physiques chimiques et biologiques – Essai au brouillard sain ;

Les textes applicables sont ceux des éditions les plus récentes des normes précitées.

Toute autre norme, reconnue comme assurant une qualité au moins équivalente, est acceptée comme norme de référence.

### **3 CARACTERISTIQUES GENERALES EN REGIME ASSIGNE**

#### **3.1 Caractéristiques du réseau 60 kV**

-Tension Nominale :	63 kV
-Tension assignée :	72,5 kV
-Intensité du court circuit symétrique :	31,5 ou 40 kA/1s
-Fréquence nominale :	50 HZ
-Neutre du réseau :	rigidement mis à la terre.

#### **3.2 Caractéristiques des combinés de mesure**

Les Combinés de mesure objet de la présente spécification seront connectés entre phase et terre dans des réseaux triphasés à neutre rigidement mis à la terre.

Installation	Intempérie
Tension la plus élevée pour le matériel	72,5 kV
Fréquence nominale	50 Hz
Tension maximale de service entre phase et terre	$72,5/\sqrt{3}$ kV
Courant d'échauffement	480 A, 720 A, 1200 A, 2400 A et 3600 A
Courant de court- circuit thermique 1 Sec	31,5 ou 40 kA eff
Tension d'essai à fréquence industrielle 50HZ, 1 mn à sec et sous pluie	140 kV
Tension d'essai aux ondes de choc 1,2/50 $\mu$ sec	325 kV
Tension d'essai 1 min ,50HZ des enroulements secondaires entre eux et contre la terre	$\geq 4$ kV

Les transformateurs combinés TC-TT doivent être capables de supporter sans dommage sous leur tension nominale, les effets mécaniques et thermiques de court-circuit extérieur durant 1 sec.

Les lignes de fuite spécifiques pour les différents disjoncteurs doivent être au moins égales aux valeurs énumérées dans le tableau suivant, et seront spécifiées en fonction des environnements où seront installés ces disjoncteurs :

Niveau de pollution	Niveau d'isolement	Environnements caractéristiques	Ligne de fuite Spécifique
IV- très fort	N4	- Forte concentration de poussière et/ou de fumées industrielles ; - Exposition directe aux vents forts et polluants venant de la mer	31 mm/kV
V-Exceptionnel	N5	- Forte pollution industrielle aggravée par pollution marine ; - Forte pollution saharienne.	35 mm/kV
	N6	- Zones sahariennes exposées aux effets polluants de l'industrie et des vents de sable et des vents venant de la mer.	40 mm/kV

## **4 CARACTERISTIQUES CONSTRUCTIVES**

### **4.1 Généralités**

Les transformateurs combinés de mesure TC-TT pour emplacement extérieur doivent satisfaire aux prescriptions de la norme CEI 60044-3 et aux conditions climatiques au Maroc.

Les transformateurs combinés TC-TT seront isolés au moyen d'huile avec des isolateurs en porcelaine ou en silicone sous haute pression et haute température (procédé HTV), de couleur respectivement marron ou gris clair.

Les combinés TC-TT ne doivent pas être munis de cornes d'éclateur.

Les transformateurs combinés TC-TT seront d'une exécution hermétique et équipés de membrane métallique en acier inoxydable absorbant les variations de volume d'huile.

Le bloc de jonction dans la boîte à bornes doit être construit de sorte que chacun des enroulements secondaires, d'une manière indépendante, soit facile à mettre en court-circuit sans que le circuit secondaire soit coupé.

Les combinés de mesure TC-TT seront équipés en particulier de :

- Un bouchon de vidange ;
- Un voyant permettant d'apprécier que le remplissage d'huile est correct ;
- Une borne sur la cuve pour la mise à la terre ;
- Un coffret de raccordement solidaire de l'appareil avec schéma (HT et BT) fixé à l'intérieur du coffret ;
- A proximité des bornes primaires, pour la réalisation des couplages série ou parallèle des demi-enroulements, il est prévu une plaque indicatrice des liaisons à réaliser.

Les plaques des caractéristiques, et schéma de connexion et de marquage des bornes, fixées dans un endroit visible, doivent être prévues. Elles seront en acier inoxydable.

Les bornes primaires seront carrées, horizontales et en aluminium de préférence.

Les connexions secondaires seront sous boîte à bornes étanche.

Toutes les parties métalliques extérieures ainsi que la visserie doivent être en matériaux résistant à la corrosion.

Les supports métalliques ne font pas partie de la fourniture, mais il faut fournir les plans et les données supplémentaires nécessaires pour la construction des supports métalliques et des massifs.

### **4.2 Caractéristiques des noyaux**

Les transformateurs combinés de courant et tension objet de la présente spécification sont des appareils de type extérieur monophasés et destinés à être utilisés avec des appareils de mesure, et des dispositifs de protection.

Ils comporteront :

- Deux enroulements primaires permettant d'obtenir un double rapport de transformation par couplage série - parallèle.
- Deux ou trois enroulements secondaires (suivant la travée) sur circuits magnétiques distincts l'un pour les mesures et les autres pour les protections.

#### **4.2.1 CM pour travée départ et transfert**

##### **- Noyau N° 1 TC : mesure**

Rapports :	200-400/1A 300-600/1A
Puissance de précision :	30 VA
Classe de précision :	0,5
Facteur de sécurité :	5

##### **- Noyau N° 2 TC : protection**

Rapports :	200-400/1A 300-600/1A
Puissance de précision :	30 VA
Classe de précision :	5P20

##### **- Noyau N° 3 TC : protection**

Rapports :	200-400/1A 300-600/1A
Puissance de précision :	30 VA
Classe de précision :	5P20

##### **- Noyau N°1 - TT : mesure**

Rapport :	60 000/ $\sqrt{3}$ / 100/ $\sqrt{3}$ V
Puissance de précision : (1)	30 VA
Classe de précision :	0,5
Facteur de tension en service continu :	1,2
Facteur de tension assigné :	1,5-30 Sec
Puissance thermique totale limite :	1200 VA.

##### **- Noyau N°2 - TT : protection**

Rapport :	60 000/ $\sqrt{3}$ / 100/ $\sqrt{3}$ V
Puissance de précision : (1)	30 VA
Classe de précision :	3P
Facteur de tension en service continu :	1,2
Facteur de tension assigné :	1,5-30 Sec
Puissance thermique totale limite :	1200 VA.

(1) : Les puissances de précision doivent être justifiées par l'entrepreneur suivant la consommation du matériel de la tranche et la longueur des câbles basse tension.

#### **4.2.2 CM pour travée transformateur et couplage**

##### **- Noyau N° 1 TC : mesure**

Rapports :	500-1000/1A 1000-2000/1A 1500-3000/1A
Puissance de précision :	30 VA
Classe de précision :	0,5
Facteur de sécurité :	5

##### **- Noyau N° 2 TC : protection**

Rapports :	500-1000/1A 1000-2000/1A 1500-3000/1A
Puissance de précision :	30 VA
Classe de précision :	5P20

##### **- Noyau N°1 - TT : mesure**

Rapport :	60 000/ $\sqrt{3}$ / 100/ $\sqrt{3}$ V
Puissance de précision : (1)	30 VA
Classe de précision :	0,5
Facteur de tension en service continu :	1,2
Facteur de tension assigné :	1,5-30 Sec
Puissance thermique totale limite :	1200 VA.

##### **- Noyau N°2 - TT : protection**

Rapport :	60 000/ $\sqrt{3}$ / 100/ $\sqrt{3}$ V
Puissance de précision : (1)	30 VA
Classe de précision :	3P
Facteur de tension en service continu :	1,2
Facteur de tension assigné :	1,5-30 Sec
Puissance thermique totale limite :	1200 VA.

(1) : Les puissances de précision doivent être justifiées par l'entrepreneur suivant la consommation du matériel de la tranche et la longueur des câbles basse tension.

#### **4.3 Documents exigibles**

Les documents suivants doivent être rédigés en langue française et fournis avec les combinés de mesure :

- Plans d'encombrement avec indication du mode de fixation et de la masse de l'appareil au format A3
- Schéma de branchement au format A3
- Libellé des plaques signalétiques
- La coupe de principe
- Le coffret de raccordement BT

- L'instruction d'assemblage
- Le schéma de l'isolateur
- Les principales caractéristiques des parties actives (section magnétique moyenne; masse du circuit magnétique; section et longueur de bobinage.)
- Le détail des matériaux utilisés, du traitement de surface.
- Instructions de montage, mise en service et maintenance en 12 exemplaires.

Une plaque rappelant les principales caractéristiques assignées garanties à la fiche technique, permettant le contrôle des valeurs mesurées lors des essais de contrôle sur site.

Les plans une fois approuvés par ONEE ils doivent être remis à ce dernier en 7 exemplaires et une copie originale sur calque et/ou disquette DAO.

## **5 CONDITIONS DE SERVICE**

Le matériel sera prévu pour fonctionner dans les conditions climatiques particulières au MAROC, tant en ce qui concerne la température que l'humidité, les vents de sable, etc...

Les limites extrêmes de températures, susceptibles de variation rapide entre la nuit et le jour, sont les suivantes :

- En hiver : - 8° C et + 25° C à l'ombre
- En été : + 10°C et + 50°C à l'ombre
- La température maximale au soleil du sol sans végétation est de 80°C environ.
- L'altitude ne dépassant pas 1000 m sauf spécifications contraire du cahier des charges.

## **6 MARQUAGE**

Les paragraphes 5.10 de la norme CEI60694 et 10 de la norme CEI60044-3 sont applicables avec les compléments suivants :

a) Les plaques signalétiques du transformateur de courant doivent être indiquées en arabe ou en français et porter au moins, les caractéristiques ci-après indiquées, complétées par les valeurs:

- Marque, type et numéro de série ;
- Date de fabrication ;
- Tension assignée ;
- Rapport nominal par enroulement ;
- Fréquence nominale ;
- Tension de tenue à fréquence industrielle 50Hz/1mn;
- Tension de tenue aux chocs de foudre (phase/terre) ;
- Intensité du courant de court-circuit ;
- Longueur de la ligne de fuite à la terre ;
- Puissance de précision par enroulement ;
- La classe de précision par enroulement ;
- Le facteur de tension assigné et la durée assignée correspondante.

- b) Les plaques signalétiques doivent être gravées ou inscrites avec une encre indélébile et visible dans les positions de service et de montage normales, ces plaques doit être rivetées ou vissées.

Dans le cas où le marquage est effectué par encre, l'essai d'indélébilité de l'encre sera réalisé selon la procédure suivante :

L'indélébilité des marques et indications est vérifiée en frottant légèrement celles-ci avec un chiffon imbibé d'eau et un chiffon imbibé d'essence (hexane aliphatique avec teneur maximale en aromatiques de 0,1% en volume, un indice de Kauri-butanol de 29 avec un point initial de 65°C, un point sec de 69°C et une masse volumique de 0,68Kg/l) et en s'assurant qu'elles ne s'effacent pas lors de cette opération.

## **7 ESSAIS**

Les combinés de mesure TC-TT objet de la présente Spécification Technique doit satisfaire aux essais de qualification et au besoin à des essais de réception tels que définis ci après.

### **7.1 Essais de qualification**

N°	Essais	Référence CEI CEI 60044		
		Partie1	Partie2	Partie3
1	Essai de tenue aus courants de court-circuit sur le transformateur de courant	7.1		
2	Essais de tenue au courant de court-circuit sur le transformateur de tension		8.2	
3	Essai d'échauffement			7.2
4	Essai au choc de foudre	7.3.2	8.3.2	7.3
5	Essai au choc de manoeuvre	7.3.3	8.3.3	7.3
6	Essai sous pluie pour les transformateurs du type extérieur	7.4	8.4	
7	Détermination des erreurs			11
8	Mesure des perturbations radioélectriques (RIV)		8.5	
9	Essai au choc coupé sur l'enroulement primaire	9.1	10.1	7.3
10	Essai aux chocs coupés multiples sur l'enroulement primaire pour les transformateurs de courant	Annexe B	9.2.4	7.3
11	Mesure de la capacité et du facteur de dissipation diélectrique.	9.2	10.2	9.2
12	Essai mécanique pour les transformateurs de tension		10.3	
13	Mesure des surtensions transmises			9.3

Le mode opératoire et la sanction des essais sont définis dans les normes CEI 60044-1, CEI 60044-2 et CEI 60044-3.

Les essais de qualification doivent être effectués par un laboratoire officiel ou accrédité éventuellement en présence de représentants de l'ONEE-Branche Electricité ou d'un organisme mandaté par lui.

Les dits essais doivent être sanctionnés par un ou des rapports donnant les modalités et sanctions des essais accompagnés éventuellement, d'un certificat de conformité si tous les essais sont concluants.

### **7.2 Essais de réception**

Il sera effectué en usine aux frais du CONTRACTANT et éventuellement en présence d'un représentant de l'ONEE, les essais de réception ayant pour objet de vérifier les garanties données par le Constructeur.

Si les essais n'ont pas été satisfaisants, pour tout ou partie de la fourniture, l'ONEE pourra demander une seconde série des essais dont les frais seront à la charge du Constructeur après que celui-ci aura apporté les modifications ou améliorations nécessaires à son matériel qui aura été laissé à sa disposition.

Si l'ONEE a décidé de renoncer à l'envoi d'un représentant pour assister aux essais en usine, il en informera le Constructeur dans les 2 semaines après la réception de l'avis, indiquant à l'ONEE la date du début des essais. Ceux-ci seront réalisés par le Constructeur à qui, il appartient d'envoyer à l'ONEE les procès-verbaux.

La conformité des essais aux garanties techniques fournies par le Constructeur est une des conditions qui entraînent la réception provisoire du matériel prévues au Cahier des spécifications techniques garanties.

L'ONEE-Branche Electricité se réserve le droit de procéder à la vérification de la conformité des fournitures par les essais de type et individuel prévus dans la norme CEI **60044**.

#### **\* Essais de type (sur une seule unité) :**

Essais	Référence CEI 60044		
	Partie1	Partie2	Partie3
Essai d'échauffement			7.2
Essai au choc de foudre	7.3.2	8.3.2	7.3
Essai au choc de manoeuvre	7.3.3	8.3.3	7.3

#### **\* Essais de routine (sur l'ensemble des unités) :**

Essais	Référence CEI 60044		
	Partie1	Partie2	Partie3
Vérification du marquage des bornes	8.1	9.1	
Essai de tenue à fréquence industrielle sur les enroulements primaires	8.2	9.2	8.2
Mesure de décharges partielles pour les transformateurs de tension		9.2.4	
Essai de tenue à fréquence industrielle sur les enroulements secondaires	8.3	9.3	
Essai de tenue à fréquence industrielle entre sections	8.3	9.3	
Essai de surtension entre spires pour les transformateurs de courant	8.4		
Détermination des erreurs			11.4

Les essais de réception peuvent être réalisés par un laboratoire accrédité ou dans le laboratoire du fabricant en présence du représentant de l'ONEE - Branche Electricité.

ANNEXE

Fiche des caractéristiques assignées CM (départ et transfert)

N°	DESIGNATION	Unité	SOLLICITEE	OFFERTE (Constructeur)
1	Fabricant	-	à spécifier	
2	Pays d'origine	-	à spécifier	
3	Modèle du combiné TC -TT	-	à spécifier	
4	installation	-	intempérie	
5	Normes	-	CEI 60044-1 CEI 60044-2 CEI 60044-3	
6	Fréquence	HZ	50	
7	Tension maximale de service entre phases	KV	72,5	
8	Courant de court-circuit thermique 1 Sec	KA eff	31,5 ou 40	
9	Courant de court-circuit dynamique asymétrique	KA cr	≥ 80 ou ≥ 100	
10	Courant d'échauffement	A	≥ 480 ou ≥ 720	
11	Enveloppe isolante	-	Porcelaine ou Silicone HTV	
12	<b>Noyau N°1 TC : mesure</b> -Rapport:  -Puissance de précision: -Classe de précision: -Courant limite assigné <b>-Dimension du noyau</b> *section *longueur -résistance Rct à 20 °C -Force électromotrice limite secondaire	A  VA - A  cm <sup>2</sup> cm <b>Ω</b> V	300-600/1 A 200-400/1 A 30 0,5 à spécifier  à spécifier à spécifier à spécifier à spécifier	
13	<b>Noyau N°2 TC : protection</b> -Rapport:  -Puissance de précision: -Classe de précision: -Courant limite assigné <b>-Dimension du noyau</b> *section *longueur -résistance Rct à 20 °C -Force électromotrice limite secondaire	A  VA - A  cm <sup>2</sup> cm <b>Ω</b> V	300-600/1 A 200-400/1 A 30 5P20 à spécifier  à spécifier à spécifier à spécifier à spécifier	

N°	DESIGNATION	Unité	SOLLICITEE	OFFERTE (Constructeur)
14	<b>Noyau N°3 TC : protection</b> -Rapport  -Puissance de précision -Classe de précision -Courant limite assigné <b>-Dimension du noyau</b> *section *longueur -résistance Rct à 20 °C -Force électromotrice limite secondaire	A  VA - A  cm <sup>2</sup> cm <b>Ω</b> V	200-400/1 A 300-600/1 A 30 5P20 à spécifier  à spécifier à spécifier à spécifier à spécifier	
15	<b>Noyau N°1 TT : mesure</b> -Rapport -Puissance de précision -Classe de précision -Facteur de tension en service continu -Facteur de tension assigné -Puissance thermique totale limite	kV VA - - - VA	60/√3/0,1/√3 30 0,5 1,2 1,5-30 Sec 1200	
16	<b>Noyau N°2 TT : protection</b> -Rapport -Puissance de précision -Classe de précision -Facteur de tension en service continu -Facteur de tension assigné -Puissance thermique totale limite	kV VA - - - VA	60/√3/0,1/√3 30 3P 1,2 1,5-30 Sec 1200	
17	Tension d'essai à fréquence industrielle, à sec et sous pluie	kV	140	
18	Tension d'essai onde de choc de 1,2/50μs	kV	325	
19	Tension d'essai à fréquence industrielle, 1 mn des enroulements secondaires entre eux et contre la terre	kV	≥ 4	
20	Longueur total de la ligne de fuite de la porcelaine ou composite du combiné Dm calculé suivant clause 5.3 CEI 815	mm	A spécifier suivant le niveau de pollution	
21	Effort maximum admissible en tête du combiné	N	≥ 1250	
22	Masse du combiné TC - TT	kg	à spécifier	
23	Nature et plage des bornes HT	- mm	Aluminium 125x125	
24	<b>Conditions climatiques</b> -Altitude par rapport au niveau de la mer  -Hiver (à l'ombre) -Eté (à l'ombre) -Température maximale au sol -Pression du vent  -Séisme accélération	m  °C °C °C daN/m <sup>2</sup>  g	<b>&lt; 1000 ou &gt; 1000 (selon le poste)</b> -8 et +25 +10 et +50 +80 <b>133 ou 240 (selon le poste)</b> 0,2	

ANNEXE

Fiche des caractéristiques assignées CM (transformateur et couplage)

N°	DESIGNATION	Unité	SOLLICITEE	OFFERTE (Constructeur)
1	Fabricant	-	à spécifier	
2	Pays d'origine	-	à spécifier	
3	Modèle du combiné TC -TT	-	à spécifier	
4	installation	-	intempérie	
5	Normes	-	CEI 60044-1 CEI 60044-2 CEI 60044-3	
6	Fréquence	HZ	50	
7	Tension maximale de service entre phases	KV	72,5	
8	Courant de court-circuit thermique 1 Sec	KA eff	31,5 ou 40	
9	Courant de court-circuit dynamique asymétrique	KA cr	≥ 80 ou ≥ 100	
10	Courant d'échauffement	A	≥ 1200 ou ≥ 2400 ou ≥ 3600	
11	Enveloppe isolante	-	Porcelaine ou Silicone HTV	
12	<b>Noyau N°1 TC : mesure</b> -Rapport:  -Puissance de précision: -Classe de précision: -Courant limite assigné <b>-Dimension du noyau</b> *section *longueur -résistance Rct à 20 °C -Force électromotrice limite secondaire	A  VA - A  cm <sup>2</sup> cm <b>Ω</b> V	500-1000/1 A 1000-2000/1 A 1500-3000/1 A 30 0,5 à spécifier à spécifier à spécifier à spécifier	
13	<b>Noyau N°2 TC : protection</b> -Rapport:  -Puissance de précision: -Classe de précision: -Courant limite assigné <b>-Dimension du noyau</b> *section *longueur -résistance Rct à 20 °C -Force électromotrice limite secondaire	A  VA - A  cm <sup>2</sup> cm <b>Ω</b> V	500-1000/1 A 1000-2000/1 A 1500-3000/1 A 30 5P20 à spécifier à spécifier à spécifier à spécifier	

N°	DESIGNATION	Unité	SOLLICITEE	OFFERTE (Constructeur)
14	<b>Noyau N°1 TT : mesure</b> -Rapport -Puissance de précision -Classe de précision -Facteur de tension en service continu -facteur de tension assigné -Puissance thermique totale limite	kV VA - - - VA	$60/\sqrt{3}/0,1/\sqrt{3}$ 30 0,5 1,2 1,5-30 Sec 1200	
15	<b>Noyau N°2 TT : protection</b> -Rapport -Puissance de précision -Classe de précision -Facteur de tension en service continu -facteur de tension assigné -Puissance thermique totale limite	kV VA - - - VA	$60/\sqrt{3}/0,1/\sqrt{3}$ 30 3P 1,2 1,5-30 Sec 1200	
16	Tension d'essai à fréquence industrielle, à sec et sous pluie	kV	140	
17	Tension d'essai onde de choc de 1,2/50µs	kV	325	
18	Tension d'essai à fréquence industrielle, 1 mn des enroulements secondaires entre eux et contre la terre	kV	≥ 4	
19	Longueur total de la ligne de fuite de la porcelaine ou composite du combiné Dm calculé suivant clause 5.3 CEI 815	mm	A spécifier suivant le niveau de pollution	
20	Effort maximum admissible en tête du combiné	N	≥ 1250	
21	Masse du combiné TC - TT	kg	à spécifier	
22	Nature et plage des bornes HT	- mm	Aluminium 125x125	
23	<b>Conditions climatiques</b> -Altitude par rapport au niveau de la mer  -Hiver (à l'ombre) -Eté (à l'ombre) -Température maximale au sol -Pression du vent  -Séisme accélération	m  °C °C °C daN/m <sup>2</sup>  g	<b>&lt; 1000 ou &gt; 1000 (selon le poste)</b> -8 et +25 +10 et +50 +80 <b>133 ou 240 (selon le poste)</b> 0,2	